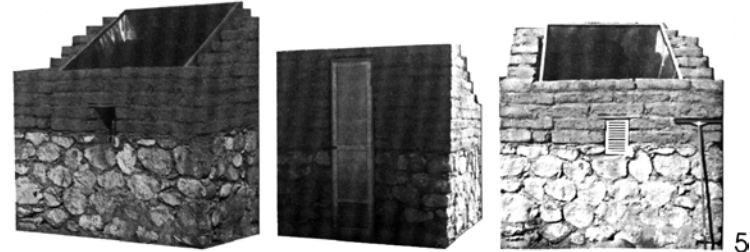


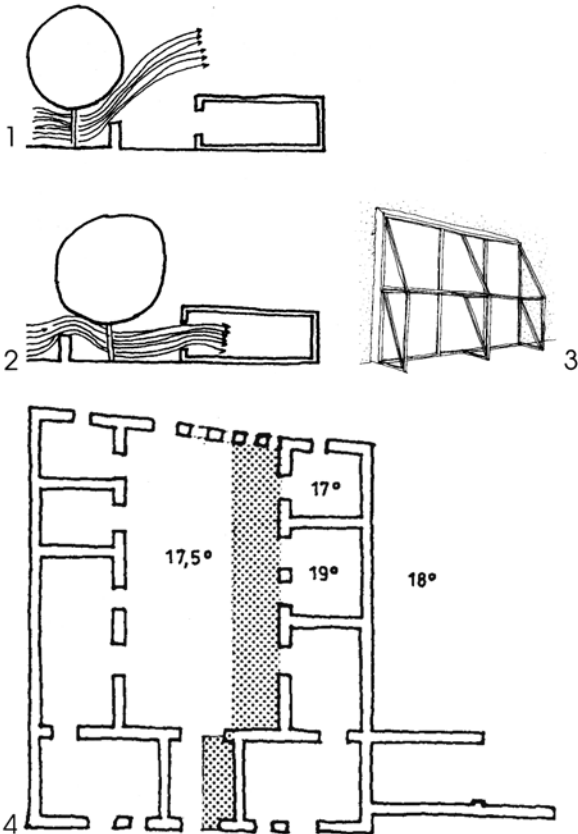
# SISTEMAS PASIVOS Y ARQUITECTURA DE LA

Glenda Kapstein L.  
Pedro Sarmiento M.  
Claudio Ostria G.  
Ricardo Zuleta M.



## Se optimiza e incorpora sistemas pasivos a la arquitectura tradicional de la Cuenca del Salar de Atacama.

*A research project whose objective is to optimize and incorporate passive systems to the traditional architecture of the Cuenca del Salar de Atacama. The project deals with the extreme climatic conditions of northern Chile's highland.*



Comúnmente se construye pensando que la edificación debería tener una prolongada vida útil, pero ella no es evaluada en su verdadera magnitud. La permanencia a través del tiempo, expone a la edificación a un envejecimiento paulatino, y la resistencia a éste dependerá de los materiales, los sistemas constructivos, las circunstancias propias del lugar, un uso apropiado, entre otros.

En los poblados del Salar de Atacama y, en el caso específico de las viviendas del centro histórico de San Pedro de Atacama, las que conforman un conjunto armónico, se observa estructuras que han sobrepasado las expectativas de vida útil, estando aún habitadas y existiendo actualmente una gran demanda de ellas, por la gran adecuación al clima y condiciones medio-ambientales que ofrecen. La arquitectura que per-

manece a través del tiempo se transforma en parte del lugar, y está llamada a constituirse en patrimonio urbano-arquitectónico.

La hipótesis que informa este trabajo se basa en que en arquitectura subyacen dos conceptos en estrecha unión: la estructura física o material-espacial de la obra arquitectónica, y el programa, en el cual quedan implícitas las circunstancias que dieron origen y sentido a la edificación. Mientras la estructura física permanece invariable en el tiempo, el programa, usos, costumbres, manera de pensar y ser, cambian rápidamente en función de la fluidez de las comunicaciones, los procesos de transculturación, la adopción de tecnologías nuevas y el empleo de artefactos cada vez más sofisticados en la vida cotidiana. Así, estructura física y exigencias culturales o programáticas, llegan a ser dos entes totalmente disociados.

Para revitalizar o recuperar estas edificaciones es necesario cambiar su programa original la mayoría de las veces. Las nuevas actividades, podrían requerir cambiar a tal extremo la estructura original, que aquello que le daba valor se pierde. Es en este punto que fijamos nuestra observación y, específicamente, en San Pedro de Atacama como un sitio especial, ya que sus viviendas han mantenido su condición de tal por más de dos siglos (Zona Típica).

En la búsqueda de la optimización de su función interesó:

- **Agregar modernidad y confort a las viviendas desde las propias condiciones que ellas presentan**, en beneficio de las llamadas «energías pasivas», como condición connatural a su materialidad: adobe, piedras, cubiertas de torta de barro, y su disposición espacial respecto a los agentes climáticos.

- **Aumentar el rendimiento de sus propias condiciones**, para equiparar los tiempos, sin modificar la vivienda en lo estructural.

Concluimos que es necesario incorporar elementos simples para la recuperación de las viviendas tradicionales de interés, quedando implícita la posible restauración de algunas de ellas y los criterios de intervención en el caso específico del adobe y materiales regionales.

Estamos conscientes que el ideal de una arquitectura que desarrolla las energías pasivas, es la integración de ellas desde el inicio de la concepción del proyecto arquitectónico, pero también creemos que no se debería borrar nuestro patrimonio, sin haber logrado revalorar sus aciertos, a la vez que desarrollar todo su potencial.

Constatamos que la Cuenca del Salar de Atacama, unidad geográfica situada entre las Cordilleras de la Sal y de los Andes, es un corredor transversal -20kms. aproximadamente- que posee condiciones climáticas similares en toda su exten-

sión, creándose un microclima con una de las radiaciones más altas existentes, y grandes diferencias de temperatura entre el día y la noche. Hay pocos materiales que resistan estas grandes diferencias de temperatura, radiación y sequedad del ambiente (caso del bloque de cemento).

Por la naturaleza de las intervenciones - puntuales y con muy pocos, o mínimos elementos, creemos que la unidad o carácter de la obra intervenida no va a cambiar. Son estos nuevos elementos los que tienen que adaptarse a las peculiaridades de su arquitectura, textura y colores. Por ello es que las intervenciones son especialmente delicadas y necesitan su comprobación en el lugar.

Hemos desarrollado tres aspectos referidos a las características climáticas y ambientales:

- **Calefacción interior de los recintos.**
- **Ventilación de los recintos.**
- **Calentamiento de agua para servicios de higiene**, principalmente ducha, para colaborar al aseo básico de niños y ancianos, habitantes del lugar, con bajo costo energético.

El método apropiado mide las condiciones ambientales dadas, los resultados obtenidos: (medición precisa), se comprobarán los resultados y las posibles enmiendas para mejorar estos resultados.

### Análisis de elementos de Energía Solar

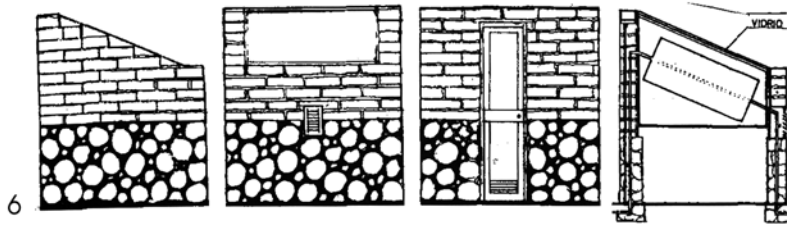
- Son objetivos:
- Desarrollar una arquitectura bioclimática regional, con el aprovechamiento de recursos propios y optimización de ellos a través de la incorporación de elementos exógenos, y hacerlos participar de las conquistas propias en el campo de las energías pasivas de las edificaciones locales.
  - Precisar parámetros climáticos y de diseño que influyen en el comportamiento de los sistemas pasivos, para aplicar en futuros proyectos.
  - Registrar la información en forma de gráficos que faciliten la evaluación técnica y uso, económica y de confort para los habitantes, profesionales y arquitectos para el diseño de ambientes.
  - Mejorar en lo posible la vivienda existente y viviendas futuras de bajo costo. Para ello se han seleccionado tres variables de confort de gran importancia en las condiciones específicas, climáticas del Salar de Atacama:

- **Calefacción nocturna de recintos, dormitorio y estar.**
- **Ventilación diurna, de recintos cerrados y dormitorios.**
- **Calentamiento solar de agua, para aseo e higiene personal.**

- **Antecedentes climáticos y de requerimientos técnicos.**

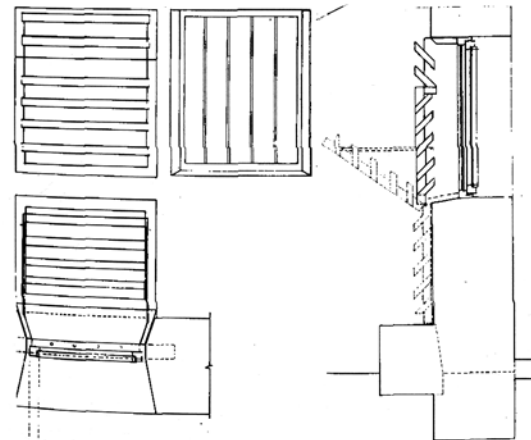
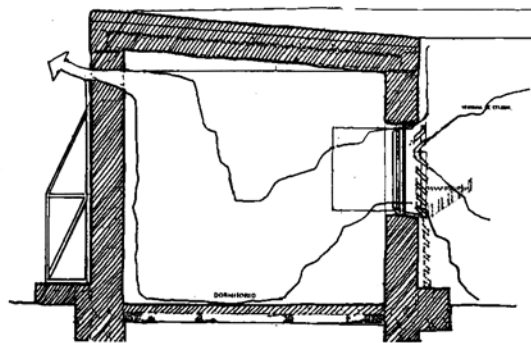
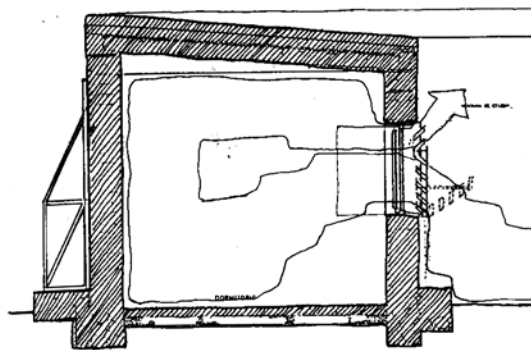
Los datos climáticos recopilados nos dan una apropiada visión de la realidad climática

# CUENCA DEL SALAR DE ATACAMA



donde nuestro proyecto tendrá lugar. Se puede deducir que las superficies verticales orientadas hacia el norte obtienen alta radiación en invierno y menor radiación en verano. Vale decir, las superficies verticales orientadas hacia el Ecuador serían las apropiadas para satisfacer las necesidades de calefacción nocturna. Si bien es cierto las superficies inclinadas de mayor captación solar anual serían las orientadas al norte con inclinación cercana a los 200 grados, también es cierto que estas superficies tendrían los valores máximos en verano y los mínimos en invierno, que no es lo requerido. Resumiendo, nuestros esfuerzos deben concentrarse en satisfacer las necesidades de calefacción nocturna, por medio de superficies captadoras verticales orientadas hacia el norte.

## Elementos a considerar para la calefacción nocturna y ventilación.



De los sistemas pasivos que se conocen, el más apropiado para nuestras necesidades y condiciones sería el muro Trombe, ya que nos permitirá acumular calor durante el día para entregarlo gradualmente durante la noche. Se estimó conveniente diseñar arquitectónicamente un muro Trombe de pared vertical orientada al norte y sin troneras de ventilación, de tal manera de obtener la calefacción deseada. En cuanto a las necesidades de enfriamiento del aire ambiente, se puede deducir del estado de las variaciones diarias del aire exterior de la zona a lo largo del año, que el enfriamiento prácticamente no es requerido, sino sólo la ventilación. Esto último es además conveniente por razones de higiene. En este caso habrá que agregar tabla de valores específicos de vientos dominantes, y habrá que estudiar los casos en relación a ello.

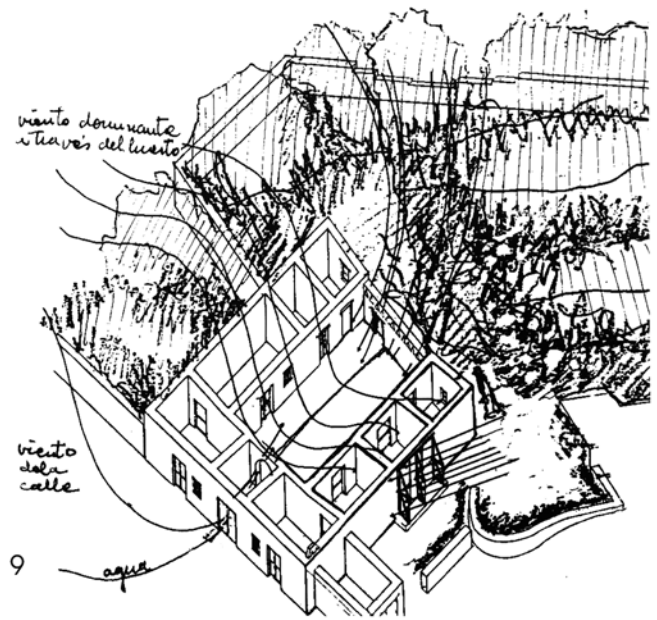
## Elementos a considerar para calentamiento solar del agua.

Los recursos hídricos en la zona, como en toda región desértica son de vital importancia y significado. El uso de agua caliente para las condiciones de bienestar en la vivienda, incluye su utilización en el aseo personal y el lavado de ropa. A diferencia de la zona central, el lavado personal se hace frecuentemente en la tarde o en la noche, motivado por el tipo de clima y las actividades del lugar. Como en la cuenca del Salar de Atacama no se dispone de energía eléctrica, el sistema solar a utilizar para calentamiento de agua de uso sanitario deberá ser del tipo termosifón, es decir, eminentemente pasivo. El sistema además, deberá tomar en consideración el problema de las heladas, de tal manera que esté protegido contra esos eventos. Resumiendo, las necesidades de agua caliente sanitarias deberán ser satisfechas por un sistema de calentamiento solar de agua pasivo y protegido contra heladas. Según los antecedentes anteriores, la máxima producción anual se logrará con superficies captadoras de la radiación solar, inclinada en valores cercanos a los de la latitud del lugar. Para satisfacer las necesidades anotadas en el párrafo anterior, cumpliendo además con las rigurosas exigencias climáticas, es elegido el sistema INGESOL.

Algunas de las ventajas que tiene este sistema es que no usa componentes eléctricos, por lo que puede instalarse en lugares remotos o en ciudad. No requiere bomba de circulación, sistema de control, sistema anticongelante, estanque acumulador ni de expansión; no necesita mantenimiento. En este sentido, quedaría por comprobar, si los componentes salinos que tiene el agua de uso doméstico en San Pedro de Atacama, tienen algún efecto negativo sobre el equipo.

## Criterios de Intervención

Considerando lo anteriormente expuesto podemos definir los criterios de intervención, que



pueden resumirse en los siguientes objetivos:

1. Respetar las características espaciales originales, en cuanto a formas, volúmenes, dimensiones, texturas en general la esencia arquitectónica ornamental de las edificaciones.
2. Proponer una intervención que pueda ser reversible en el tiempo, para permitir la renovación de los criterios y procedimientos utilizados, que podrían en el futuro considerarse no correctos.
3. Dar soluciones contemporáneas, técnicas y económicamente factibles al medio, que hagan más rentable el inmueble, asegurando un mantenimiento mínimo y una durabilidad máxima, sin alterar sus valores históricos o arquitectónicos, para prolongar su vigencia.
4. Revitalizar la función de habitar a la vida contemporánea incorporando sistemas pasivos a la arquitectura, con el fin de optimizar los recursos disponibles y mejorar la calidad de vida de los usuarios.

El desafío en nuestro caso será, por lo tanto, reconocer una configuración existente, apreciar sus valores y evidenciar sus carencias, aplicando nuevos recursos compositivos formales y tecnológicos, rigurosamente analizados y medidos con el propósito de acentuar el valor del edificio patrimonial y de su ambiente. Se trata en definitiva, de una transformación obligada y, a nuestro juicio, oportuna. Confiando en nuestra sensibilidad creadora, debemos buscar un enlace lógico con una arquitectura del pasado que merece proyectarse hacia un futuro urbano enraizado en las fuentes actuantes del lugar. ■

## REFERENCIAS

- GISBERT, Teresa; DE MESA, José, *Arquitectura Andina*, Colección Arzans y Vela. Embajada de España en Bolivia, La Paz, 1985.
- KAPSTEIN, Glenda, *Espacios Intermedios*, Universidad del Norte - Fundación Andes, 1988.
- KAPSTEIN L., Glenda, Arqto.; SARMIENTO M., Pedro, Ing.; OSTRIA G., Claudio, Arqto.; ZULETA M., Ricardo, Físico, *Optimización e Incorporación de Sistemas pasivos a la Arquitectura Tradicional de la Cuenca del Salar de Atacama*, Proyecto FONDECYT 1205/1992-93, Universidad Católica del Norte - Universidad Técnica Federico Santa María - Valparaíso.
- SARMIENTO M., P., «Tabla de Radiación para diferentes planos y localidades del país», en: V Seminario Nacional de Energía Solar y Eólica, 1968.
- SARMIENTO M., P., (Tabla de grados-día para la República de Chile), *Energía Solar, Aplicaciones e Ingeniería*, Ediciones Universitarias de Valparaíso, 1985.
- SARMIENTO M., P., CARVAJAL, F., «Estudio del transiente de la temperatura de la superficie interior del muro trombe y sus consecuencias», en: V Congreso Latinoamericano de Energía Solar, 1986.
- SARMIENTO M., P., «Resultados experimentales y conclusiones sobre un nuevo sistema de calentamiento solar de agua», en: VI Seminario Nacional de Energía Solar y Eólica, 1990.
- SARMIENTO M., P., «Resultados comparativos de un nuevo sistema de calentamiento solar de agua», en: VII Seminario Nacional de Energía Solar y Eólica, 1992.
- YANEZ SALAZAR, Alberto, *Análisis Metodológico de los Monumentos*, Consejo Consultivo Internacional para las Américas. Para la Preservación del Patrimonio de la Arquitectura, México, 1988.
- ZULETA M., R., «Datos climatológicos del Salar de Atacama», en: KAPSTEIN, G., *Espacios Intermedios*, Universidad del Norte - Fundación Andes, 1988.